

Mekaniserad ungskogsbehandling för röjning och skörd

Mechanized pre-commercial thinning and harvest in young stands

Anders Lundstedt
Andréas Säterlönn



Examensarbete i ämnet skogshushållning
Handledare: Tomas Lundmark & Urban Bergsten
Examinator: Tomas Nordfjell

Institutionen för skogsskötsel
Sveriges lantbruksuniversitet
Umeå 2004



Institutionen för skogsskötsel

Examensarbeten

2004-12

Mekaniserad ungskogsbehandling för röjning och skörd

*Mechanized pre-commercial thinning
and harvest in young stands*

Anders Lundstedt
Andréas Säterlönn



Examensarbete i ämnet skogshushållning
Handledare: Tomas Lundmark & Urban Bergsten
Examinator: Tomas Nordfjell

Institutionen för skogsskötsel
Sveriges lantbruksuniversitet
Umeå 2004

Sammanfattning

Mekaniserad ungskogsröjning har genom åren provats med varierande resultat. Principen har då i huvudsak byggts på att grensla de kvarvarande stammarna vilket kräver ett tidigt ingrepp för att minimera skador på kvarvarande bestånd. I detta examensarbete utvärderades röjningsresultatet efter mekaniserad röjning med Vimek 404R. Maskinen är relativt liten och rörlig vilket medger ett slingrande körsätt. Tack vare detta kan maskinen användas som en beståndsgående maskin även i eftersatta röjningsbestånd utan att skada stående ungskog. I studien fastställdes prestationen för Vimek 404R och även vilken prestationsökning som krävs för att en acceptabel ekonomi skall uppnås. Detta gjordes med hjälp av en enkel tidsstudie för varje röjningsstråk och noggranna inmätningar av beståndet före och efter röjning. Timkostnaden beräknades m.h.a. en ekonomisk kalkylmodell till 356 kr.

Röjningsmaskinen kan ännu inte konkurrera fullt ut med motormanuell röjning i normalfallet men maskinkonceptet är dock intressant då prestationen högst sannolikt kan förbättras.

Beståndsstruktur och skördepotential i ett antal ungskogsbestånd i Västerbotten som bedömdes vara eftersatta analyserades, varav noggrannare mätningar genomfördes på 6 st utvalda bestånd med jämförelsevis hög biomassa. Möjligt biomassauttag vid olika stamantal efter ingrepp beräknades m.h.a. biomassafunktioner där ett flertal ytor uppvisade ett möjligt biomassauttag på över 10 ton ts per hektar om 2500 stammar per hektar lämnades kvar.

Produktionskrav för Vimek 404R utrustad med ett skördeaggregat beräknades med avseende på stamantal, beståndets medeldiameter, investerat kapital och årlig användning. Som skotare i detta skördesystem valdes Vimek 606TT eftersom den har samma totalbredd som Vimek 404R. Som utgångspunkt för produktionskraven användes prestationen för röjningsmaskinen. Lönsamheten för markägaren vid ungskogsskörd var beroende av beståndets struktur och maskinsystemets prestation men den visade sig också i stor utsträckning påverkas av såväl flisningskostnad som energipris.

Slutligen konstaterade vi att en intressant modell för ungskogsbehandling att studera är en modell där röjningen planeras för skörd av ett bioenergisortiment senare i beståndsutvecklingen. En tidig ungskogsröjning där oröjda stråk lämnas för framtida skörd och för att utgöra stickvägar vid efterkommande beståndsbehandling bör definitivt studeras närmare.

Abstract

Earlier attempts at mechanising pre-commercial thinning have been met with varying degrees of success. Most attempts have been based on techniques where residual stems are straddled. Early treatment is essential to limit damage on residual trees. One part of the present study is an evaluation of mechanised pre-commercial thinning using the new Vimek 404R. Vimek 404R is a fairly small machine that permits selective removal of stems, making it potentially suitable also for areas overdue for pre-commercial thinning. The study established the level of performance for the machine, as well as the improvement needed to make it an economically viable option. The method to do this was a time study in an area where stand data were collected prior to and after treatment. Hourly costs for the machine were estimated at 356 SEK. At present Vimek 404R cannot compete with pre-commercial thinning using brush saw, the dominant technique in Swedish forestry. There is however most likely a considerable scope for improvement, especially if pre-commercial thinning is done late, i.e., when stems are becoming thicker.

Stand structure and merchantable volumes in a number of stands overdue for pre-commercial thinning were analysed, and six stands were selected for closer study. These six stands were selected among those with comparatively large biomass. Potential biomass extraction was calculated for a number of stand densities using biomass functions. Results indicate that it is not unusual for extraction levels to exceed 10 tonnes per ha, even if 2500 stems per ha are retained in the residual stand. Productivity required was specified for a Vimek 404R equipped with a harvester unit. Productivity was specified in relation to stand density, mean diameter at breast height, capital invested and annual usage. Vimek 606TT, having the same total width as Vimek 404R, was selected as the forwarder in such a harvesting system. Performance of the machine used for pre-commercial thinning was used as the basis when calculating the productivity required for a harvester version. Profitability of harvesting in young stands depends primarily on stand structure and performance of the harvesting system, as well as on chipping costs and energy prices.

It was finally found that a management model with extraction of biomass for bioenergy from young stands showed promise. In such a model areas to compose future strip roads are left untreated at pre-commercial thinning, and biomass is thus allowed to accumulate in these areas until first commercial thinning/harvest is carried out.

Innehållsförteckning

Introduktion	8
Bakgrund	8
Helmekaniserad röjning i unga skogar	10
Skörd i unga skogar	13
Syfte	14
Material och metoder	14
Maskiner och maskinkalkyler	14
Röjningsförsök	17
Beräkning av potentiella uttag och ekonomiska beräkningar vid ungskogsskörd	18
Resultat	19
Praktiskt röjningsresultat	19
Effektiv arbetsbredd vid mekaniserad röjning	20
Prestation vid mekaniserad röjning	20
Prestationskrav för lönsamhet vid röjning	21
Beståndsstruktur och skördepotential	21
Prestationskrav för lönsamhet vid ungskogsskörd	22
Diskussion	23
Röjning	23
Ungskogsskörd	24
Röjningsplanering	26
Slutsatser	27
Tack till	27
Referenser	28
Litteratur	28
Muntliga källor	29
Webbsidor	29

Introduktion

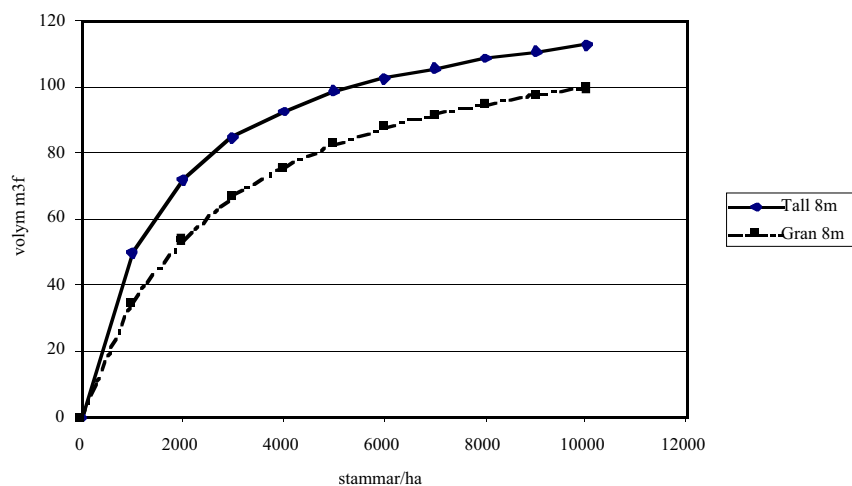
Bakgrund

Ungskogsbehandling har under större delen av det moderna skogsbrukets historia varit föremål för diskussion (se t.ex. Wahlgren 1914). Näst efter beståndsanläggningen är ungskogsbehandlingen den åtgärd som har störst betydelse för det framtida beståndets utveckling och produktion och tillståndet i dagens ungskogar kommer därför att i stor utsträckning bestämma karaktären av framtidens äldre skogar.

Om ungskogsbehandlingen inte resulterar i något tillvaratagande av virke brukar man tala om röjning medan gallring är ett begrepp som innefattar uttag av någon form av gagnvirkessortiment. I början av 1900-talet då gärdesgårdsvirke, stänger m.fl. sortiment utsorterades (Wahlgren 1914) var därför röjning något som avsåg ett ingrepp när beståndet endast var någon enstaka meter högt. Efter hand kom två sortiment att dominera virkesmarknaden, massaved och sågtimmer. Idag är röjning en utglesning av skog som sker innan gagnvirke i form av massaved faller ut vilket innebär att det är först när bestånden når 8-10 m som ingreppet övergår från röjning till gallring.

Sedan andra världskriget har landets ungskogsareal ökat kraftigt vilket hänger samman med traktthyggesbrukets genombrott under 1940- och 50-talet. Arealen ungskog (11-30 år) har sedan början av 1980-talet varit relativt konstant och idag utgör den cirka 20 % av landets skogsmarksareal (Anon. 2002). Ungskogarnas fördelning på beståndstyper och trädslag ger en uppfattning om hur de äldre skogarna kan komma att se ut i framtiden och vilka möjligheter som finns att genom röjningar och gallringar påverka detta. Den klart vanligaste typen av ungskog idag utgörs av tallskog följt av löv- och barrblandskogar (Anon. 2002). Arealen tallskog har det senaste årtiondet varit stabil medan granskogen minskat. Under samma period har arealen lövskog och barr- och lövblandad skog ökat.

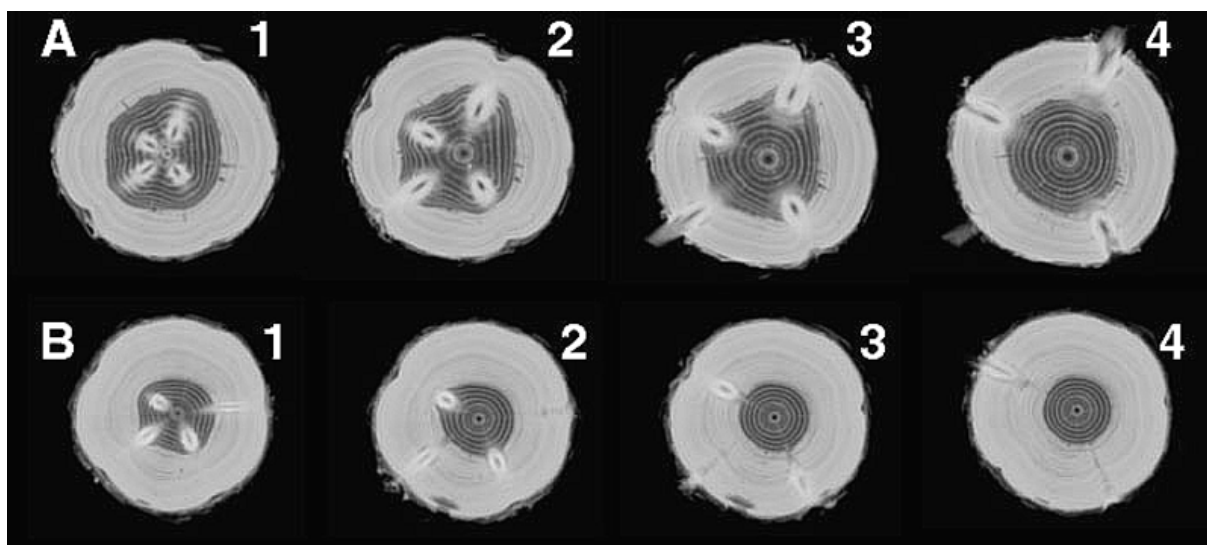
Ett röjningsingrepp kan ha flera syften (Anon 1991, Anon 1994, Anon 1997a, Normark & Rantaniemi 1997, Karlsson, H., Holmer, M. 1957) samt skogsvårdsstyrelsen (Anon 1997b). Genom att koncentrera tillväxten till färre stammar erhålls grövre virke vid kommande avverkningar, framför allt i första gallringen. Röjningen ger också möjlighet att anpassa trädslagsfördelningen till växtplatsen och påverka egenskaperna hos det virkessortiment som skall produceras. En relativt tidig och hård utglesning av ungskogen ger stabila träd med minskad risk för snö- och vindskador (Anon. 1969). Glesa bestånd i ungskogsfasen ger dock ofta ett sämre utfall avseende kvaliteten hos det sågtimmer som faller ut vid slutavverkningen (Persson 1976, 1977). Dessutom finns ett starkt samband mellan beståndets slutenhet och dess produktion (se Figur 1).



Figur 1. Sambandet mellan volymproduktion och förband vid olika övre höjd för tall och gran (efter Pettersson 1992).

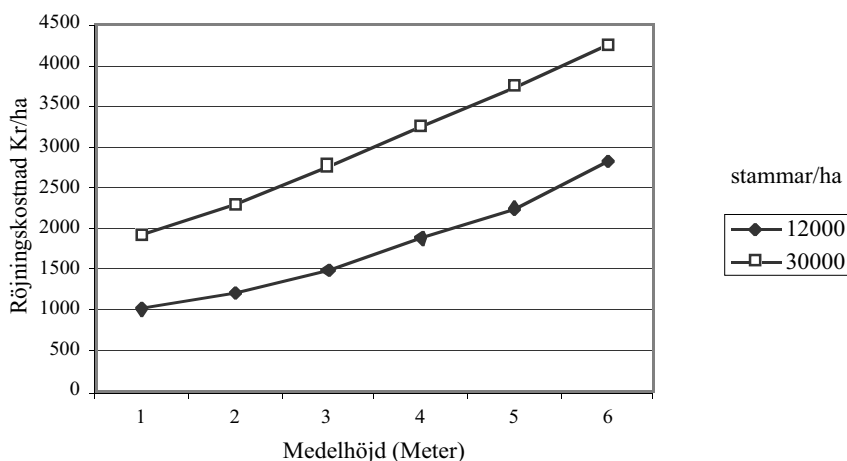
Beståndets totala produktion sjunker med stigande röjningsstyrka, medan produktionen av gagnvirke stiger till den gräns när beståndet blir alltför glest, då sjunker även produktionen av gagnvirke. Arealproduktionen ökar således med ökat stamantal upp till en viss nivå, medan det enskilda trädets tillväxt minskar med ökat stamantal (Pettersson 1992).

Röjningstidpunkten har också stor betydelse för beståndets produktion och framtida kvalitetsutveckling. Sena röjningar vid 7-10 m höjd ger ofta en bättre kvalitetsutveckling i väl slutna bestånd än om ingreppet görs tidigt i beståndets utveckling (Figur 2, Ulvcróna et al, 2004, Eliasson 2003).



Figur 2. Tomografbilder som visar kvistvarv från ca 2 m höjd på två träd varav träd A är från en yta röjd vid 1,5 m höjd och träd B är från en yta röjd vid 5 m höjd. Avståndet mellan bilderna 1-4 är 1 cm. Bilden är hämtad från (Ulvcróna et al, 2004).

Täta ungskogar som röjs sent producerar således betydligt mer än tidigt röjda bestånd och möjligheterna att förbättra kvalitetsutvecklingen ökar till viss del om ingreppet sker sent dvs. när trädhöjden överstiger ca 6 m. Trots detta rekommenderas fortfarande att röja vid 3 meters höjd till ett stamantal om 2000-3000 per hektar. Detta motiveras ofta med att en hög diametertillväxt på de kvarvarande stammarna ger ett högt utfall av timmer och massaved vid förstagallring (Anon 1991, Anon 1994, Anon 1997a, Normark & Rantaniemi 1997, Karlsson, H. & Holmer, M. 1957). Ytterligare ett skäl är att kostnaden för motormanuell röjning stiger snabbt med ökat stamantal, trädhöjd och diameter och att risken för snöbrott ökar med ökad slutenhet.



Figur 3. Kostnad/ha för motormanuell röjning vid olika trädstorlek och beståndstäthet (Bergstrand, K-G., Lindman, J., Petré, E. 1986).

Innan röjningsplikten togs bort i 1993 års skogsvårdslag låg den årliga röjningsarealen på 200000 - 250000 ha. När skogsvårdsorganisationen utvärderade effekterna av den nya skogspolitiken 2001 hade röjningsarealen enligt Riksskogstaxeringens skattningar sjunkit till 150 000 ha per år (Anon. 2001). En naturlig följd av den sjunkande röjningsaktiviteten är att ungskogsbestånden har blivit allt mer stamtäta och volymrika. Denna utveckling gäller alla trädslag men är särskilt tydlig vad gäller björk (Anon. 2002). Skogsstyrelsen har bedömt röjningsbehovet och funnit att ca 1.2 miljoner hektar ungskog har ett akut röjningsbehov med ett traditionellt synsätt på ungskogsbehandling (Bäcke & Pettersson 1998). Det är rimligt att anta att en stor del av dessa ungskogar har trädhöjder på 4 meter eller mer vilket medför höga kostnader vid motormanuell röjning (Figur 3).

Den minskade röjningsaktiviteten under 1990-talet har inneburit att andelen unga skogar med stort stamantal, stor diameterspridning och en påtaglig heterogenitet med avseende på trädslagsblandning, skiktning och luckighet har ökat jämfört med tidigare (Anon. 2002). Hos Skogsstyrelsen har farhågor därför väckts om att den ökade stamtätheten i unga skogar skulle kunna leda till ett försämrat skogstillstånd, och röjningskampanjer riktade till i första hand det enskilda skogsbruket, har genomförts och genomförs på många håll i landet. Det är dock dåligt utrett i vilken omfattning denna oro är befogad och det har allt oftare framförts synpunkten att täta ungskogar i själva verket kan vara en möjlighet att ta tillvara om marknaden för förnybar energi fortsätter att utvecklas positivt.

Den nya tidens skogsägare är ofta inte sysselsatt i skogen på heltid och har flera mål med sitt skogsbruk. Faktorer som bristande kunskap, naturvårdsintresse, intresse för energiproduktion etc. gör att det snarast är troligt att andelen unga skogar som inte röjs på traditionellt sätt kommer att vara fortsatt hög. Det är därför viktigt att finna riktlinjer för en rationell skötsel av dessa bestånd.

Det finns således viktiga skäl till att utreda olika behandlingsalternativ för unga skogar med höga stamantal, både ur samhällets och ur de cirka 240 000 skogsägarnas perspektiv. Röjningar/ ungskogsbehandlingar räknas normalt sett som en långsiktig investering då slutavverkningen inte kommer förrän 50-100 år senare (Albrektsson 1997). Lönsamheten i röjningen bestäms av dess kostnad och framtida intäktsökningar till följd av åtgärden. Teknikutveckling som medför att åtgärden effektiviseras kan därför få stor betydelse för såväl lönsamhet i åtgärden som möjligheten att välja mellan olika inriktning av skogens framtida skötsel.

Helmekaniserad röjning i unga skogar

Motormanuell röjning i täta bestånd är mycket tidskrävande och dyrbar (Gullberg & Liss 1997) och metoden som sådan har inte effektiviserats nämnvärt de senaste 20 åren. Prestationen ligger idag på i genomsnitt knappt 1 hektar per person och arbetsdag (Bergstrand et al. 1986). Sedan röjsågarna tog över efter röjknivarna har inte mycket hänt på tekniksidan förutom att sågarnas avvibrering fortlöpande förbättrats, dock har vissa försök till mekanisering gjorts, (Glöde & Bergkvist 2003).

De första rójmaskinerna i praktisk drift i Sverige kom 1984. Det var gallringsskotare, FMG 678 "mini bruunett", som utrustades med ett röjningsaggregat för dikesröjning längs vägar (Petré 1984; Lindman 1987). Motorpaketet flyttades bakom hytten för att få bättre sikt och viktfordelning men i övrigt gjordes inga modifieringar. En naturlig utveckling var att utrusta små engreppsskördare med röjningsaggregat. De vanligaste maskinerna i praktisk drift var Skogsjans Spindel, Valmet 901 samt FMG "Lillebror" som till och med gjordes i en speciell röjningsversion, FMG 0450/504R.



Figur 4. Lillebror 504R. Exempel på mindre engreppsskördare utrustad med röjningsaggregat.

Dessa maskiner var smidigare än de som byggde på skotarchassin och hade högre markfrigång vilket gav mindre skador på det kvarvarande beståndet (Freij & Tosterud 1991). En ren specialmaskin för röjning fanns i två versioner på marknaden under slutet av 1980-talet och början av 1990-talet, Häglinge Jim (Figur 5) och systemmodellen Jumbo. Dessa maskiner hade speciellt bra sikt eftersom kranen var monterad bakom hytten.

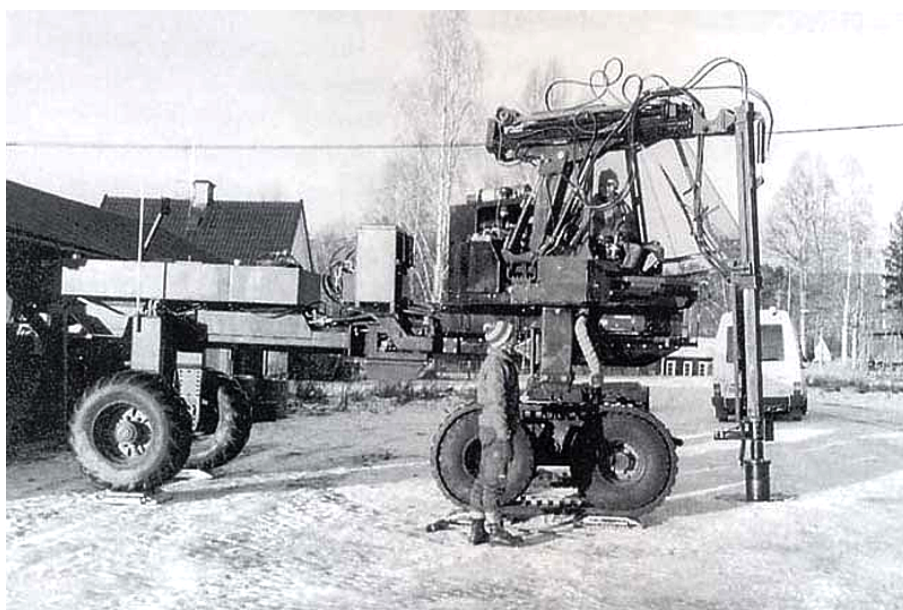


Figur 5. Häglinge Jim. Exempel på tidig specialmaskin för röjning med speciellt bra sikt.

Häglingsmaskinerna kunde även konverteras till engreppsskördare (Petré 1984; Myhrman 1987). Ytterligare en specialmaskin för röjning var den prototyp som utvecklades av Hultdins (Figur 6). Denna maskin hade förutom bra sikt även bra räckvidd och extra hög frigång, dvs. den var speciellt anpassad för att grensla plantor och unga träd.

De första typerna av mekaniserade röjningsaggregat som användes i Sverige byggde på principen med slagor (Lindman 1987). Dessa aggregat var uppbyggda kring en hydrauliskt driven stålskiva med fritt svängande slagor (Davner 1986, Lindman 1988). Finessen med löst lagrade slagor är att de viker undan istället för att gå av vid kontakt med sten eller något annat hårt föremål (Myhrman 1987). Ett av problemen med denna typ av röjningsaggregat är att slagorna har mycket hög rörelseenergi under arbete. En slaga som trots allt lossnar kan kastas iväg 50-250 meter vilket ställer mycket höga krav på skyddsutrustning och disciplin vid användning (Lindman 1988) och dessutom omöjliggörs i princip all kombinerad motormanuell och maskinell röjning inom samma bestånd. Det finns även röjningsutrustning som använder

sig av en eller flera sågkedjor. Nackdelen med en kedja är att den måste skärpas ofta och har kort livslängd (Myhrman, 1987) och dessutom finns risk för kedjeskott. En del av de tidigare provade röjningsaggregaten bygger på principen roterande sågklinga, t.ex. BJM röjningsaggregat 80 som har en klingdiameter på 80 cm. Detta aggregat monterades på flera olika typer av skogsmaskiner, bl.a. en bandgående processorbärare. Principen med röjningsklinga kräver även ett rejält säkerhetsavstånd pga. den höga rotationshastigheten samtidigt som en klinga är relativt känslig för exempelvis stensågning. Flertalet maskiner var tänkta för selektiv röjning och inte för någon form av schematisk eller geometrisk röjning. Det medförde att man i princip uteslutande använde sig av kranspetsmonterade aggregat vilket i sig kräver en relativt bred maskin för att få stabilitet om kranen är lång. Tekniken baserades i huvudsak på idén om att grensla plantor vilket betyder ett tidigt ingrepp och/eller en maskin med mycket hög markfrigång med hjälp av pendelaxlar eller mycket stora hjul. Anblicken av Hultdins prototyp till röjmaskin lämnar knappast någon oberörd (Figur 6).



Figur 6. Hultdins prototyp, ett exempel på en extrem maskin med hög markfrigång och bra räckvidd.

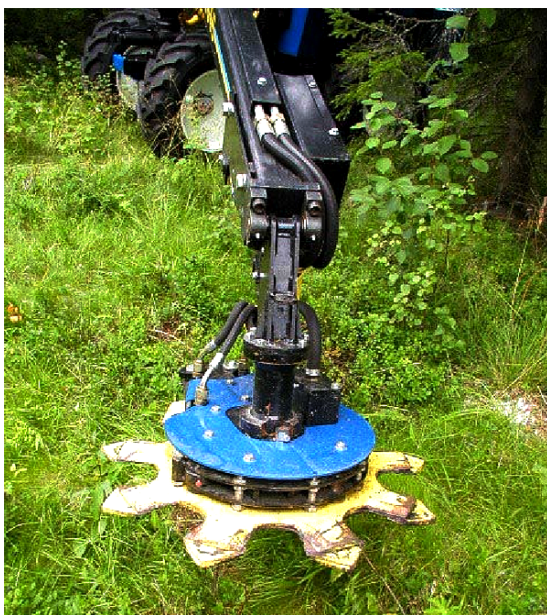
Med sina hjul på ben, futuristiska hytt och vinklade kran liknar den inte någon annan skogsmaskin. Myhrman (1990) menar att maskinen har flera intressanta lösningar, t ex. ett mycket enkelt klingaggregat och slirningskontroll av den hydrostatiska driften vid körning i kurva. Vidare är kranen relativt styv och den vertikala upphängningen gör att de kvarstående trädens toppar inte skadas. Trots detta kom inte maskinen ut i serieproduktion.

Ett grovt mått är att en maskin kan grensla plantor som är dubbelt så höga som maskinens markfrigång, förutsatt att det inte är minusgrader vilket medför att träden blir spröda och går av vid en sådan påfrestning (Helldahl 1991). Biologiskt ger denna grensling två typer av skador – skavskador och nedböjda plantor (Petrè 1984).

Ett generellt problem med maskinell röjning har varit att uppnå de prestationsnivåer som krävs för att utgöra ett lönsamt alternativ till motormanuell röjning, eftersom åtgärden sker tidigt i beståndets utveckling då den teknik som hittills nyttjats i huvudsak bygger på att plantorna/träden ska grenslas (Johansson 1991).

Under de senaste åren har en beståndsgående maskin för ungskogsbehandling utvecklats av Vimek AB, se framsida samt Figur 7. Maskinen baseras på ett kortat chassi från miniskotaren 606TT som är utrustat med såväl midjestyrning som hjulstyrning (www.vimek.com). Denna

teknik kombinerat med att det är en relativt liten maskin ger större möjligheter till variation vad gäller körmönster eftersom maskinens ringa bredd inte kräver grensling av plantor utan medger att den slingrar sig fram i beståndet. Røjningsaggregatet består av en roterande (fram och åter) skiva med ”knivar” i kombination med fasta ”fingrar” som ger mothåll. Varierande storlek på öppningarna ger säkerhet och precision för olika tr addediametrar. Ingen risk finns för att knivdelar vid sönderkörning ska kunna kastas iväg och utgöra fara för personer i och i närheten av maskinen (jfr. ovan). En liknande konstruktion återfinns hos Rottne, dock anpassad till en större basmaskin (www.rottne.com). Vimeks koncept kan sägas vara en utveckling utifrån den kunskapsplattform som blev slutresultatet av 80- och 90-talens ansträngningar, dvs. Vimeks maskin borde ge goda möjligheter ang. (i) skademinimering på kvarstående unga träd, (ii) trädselektiv røjning, (iii) val av körmönster, och (iv) förarergonomi och säkerhet. Dessutom bör basmaskinen vara möjlig att utrusta med ett mindre aggregat för ungskogsskörd.



Figur 7. Røjaggregat Vimek.

Skörd i unga skogar

Skogsråvaran har i Sverige traditionellt värderats utifrån trädens lämplighet för tillverkning av plank, brädor eller pappersmassa. Detta synsätt har hittills varit lönsamt, och drivkraften för ytterligare förädling och utveckling av nya användningsområden för skogsråvaran har därför varit svag. De skogsskötselsystem, som under lång tid tillämpats i barrskogarna, har följaktligen även i hög grad utvecklats med utgångspunkt från produktion av de två huvudsortimenten massaved och sågtimmer.

Det framtida skogsbruket kommer dock med stor sannolikhet att i högre grad utsättas för mera föränderliga krav från marknad, samhälle och andra intressen. Ett exempel på detta, som redan aktualiserats, är skogens utökade roll som en förnyelsebar energikälla för landets energiförsörjning. Samhällets koldioxidmål, och de konsekvenser detta får för energiförsörjningen, kommer att i hög grad beröra skogsutnyttjandet i framtiden, och kräva en kraftigt ökad produktion av bioenergi från skogen. Detta förändrade synsätt på landets energiförsörjning skapar därmed nya förutsättningar för skogsbruket, genom att ett tredje råvarusortiment, energived, skapas. Begreppet gagnvirke får därmed även en ny och vidare betydelse vilket också innebär att antalet möjliga skogsskötselsystem kan öka.

Ett ökat utnyttjande av bioenergi från skogsmark skapar sannolikt också förutsättningar för ökad lönsamhet i skogsbruket. Detta kräver dock att produktionen av energived integreras med produktion av övriga sortiment, samt en teknisk utveckling av metoder som möjliggör rationellt tillvaratagande och hantering av de klena stammar och grenar som energivedssortimentet huvudsakligen kommer att bestå av. De senaste årens ökade efterfrågan på biobränsle har lett till en ökad aktivitet inom det skogstekniska området vad gäller skörd av klena stammar. Det är i huvudsak bestånd med höga stamantal och en relativt hög medeldiameter som hittills kommit i fråga när det gäller biomassauttag (Petré 1984, Gullberg & Liss 1997).

Vid skörd i ungskog har skador på kvarvarande skog liksom problem med lönsamhet ofta lyfts fram som svagheter (Petré 1984). Problemen kan härledas till att man använt sig av allt för stora, tunga och dyra basmaskiner vilket har givit för hög timkostnad i relation till prestationen. Skördekostnaden är starkt beroende av diameterfördelningen och uttagets storlek per hektar (Pettersson 1996). Även om en teknisk utveckling framgent kommer att sänka den minsta diameter som är lönsam att skörda kommer avverkningsobjektens diameterfördelning och biomassainnehåll att vara av stor betydelse för avverkningskostnaderna.

Syfte

Syftet med studien har varit att:

- Undersöka det praktiska röjningsresultatet för Vimek 404R i eftersatta röjningar i Västerbotten.
- Bedöma prestationskrav för att uppnå acceptabel ekonomi med den aktuella röjningsmaskinen.
- Analysera beståndsstruktur och skördepotential i eftersatta röjningar.
- Fastställa produktionskrav för att uppnå eventuell lönsamhet vid ungskogsskörd med avseende på stamantal och medeldiameter i beståndet, investerat kapital och årsanvändning.

En övergripande hypotes har varit att ungskogsbestånd med hög medeldiameter ska vara mest intressant för mekaniserad ungskogsbehandling, vilket gäller både röjning och skörd. Den maskin som använts i röjningsförsöket är röjningsmaskin Vimek 404R. För skördedelen av studien har samma basmaskin, Vimek 404R utrustad med ett skördeaggregat, använts i beräkningarna. I skördealkylerna för Vimek 404 har Vimek 606TT valts som skotare.

Material och metoder

Maskiner och maskinkalkyler

För att åskådliggöra årsanvändningens inverkan på timkostnaden för maskinsystem i olika prisklasser, jämfördes kalkylen för Vimeks maskinsystem 404R (med skördeaggregat) och skotare 606TT (Tabell 1 och 2) med kalkyler för ett gallringssystem och ett slutavverkningsystem. Gallringssystemet bestod av skördare Rottne 2004 + skotare Gremo 950 där ingående kalkylvärden erhöles från Björn Jakobsson skogsentreprenad (muntlig kommunikation). Slutavverkningsystemet bestod av en skördare Valmet 921 + skotare Valmet 890 där ingående kalkylvärden erhöles från Berndt Hermansson NH skog AB (muntlig kommunikation). Vid kalkyleringen användes en modell från www.slojd-data.foretagsweb.com (2003-10-07) som baskalkyl.

Röjningsmaskinen som studien utförts på är VIMEK 404 R. Maskinen har dubbelstyrning, dvs. både midjestyning och hjulstyrning. Kranen är frontmonterad och har en räckvidd åt sidan på 5m från maskinmitt. Midjan har hydraulisk stabilisering. Maskinbredden är 1.6-1.8 m beroende på däckutrusning och vikten uppgår till cirka 2800 kg. Drivkällan är en Kubota dieselmotor på 20 hk (28 hk i dagens version) som är mycket bränslesnål. Röjningsaggregatet består av en roterande skiva (fram och åter) i kombination med fasta ”fingrar” som ger mothåll (Figur 7).

Vimek 404R har utvecklats parallellt med modifieringen av ett finskt skördeaggregat (muntlig källa Nilsson, L-G. 2003) som är ackumulerande och avskiljer stammarna med ett M-liknande blad som skjuts fram hydrauliskt då aggregatet greppat trädet (Figur 8).



Figur 8. Skördeaggregat till Vimek 404R, prototyp 2004.

Tabell 1. Tekniska data för i studien ingående basmaskiner (uppgifter från Vimek AB).

Maskin	Vimek 606 TT	Vimek 404R
Motor	Kubota 722D 15,6 kW (20,9 Hp) /3600rpm	Kubota 722 15,6 kW (20 Hp) /3600 rpm (Nuvarande alt. Kubota 1105, 28 Hp)
Växellåda	Vändlåda, hastighetsregister 0-20km/h	Vändlåda, hastighetsregister 0-20km/h
Variator	Powerblock	Powerblock
Transmission	Mekanisk	Mekanisk, framaxel Carraro
Styrning	Hydraulisk ramstyrning	Hydraulisk ramstyrning, hjulstyrning
Generator	12 V, 40 A	12 V, 60 A
Däck fram	405/70-24 alt. 12.4-24	405/70-24 alt. 12.4-24
Däck bak	400/60-15.5 alt. 12.00-16.5	405/70-24 alt. 12.4-24
Markfrigång	40 cm	40 cm
Hydraulik	Flöde 24 l/min vid 2350 rpm 175bar	Flöde 55 l/min vid 2350 rpm 180 bar
Längd	6.2 m alt. 5.7 m	3 m
Bredd	1.8 m alt. 1.6 m	1.8 m alt. 1.6 m
Lastkapacitet	3000 kg	
Vikt exkl. kran	2350 kg	2350 kg
Vikt inkl. kran	2740 kg	2800 kg

Tabell 2. Ekonomiska kalkyler för basmaskiner och aggregat (uppgifter från Vimek AB).

Förutsättningar	Basmaskin	Röjaggregat	Skördaggregat	Skotare
Investerat kapital kr	600 000	50 000	100 000	427 000
Avskrivningstid	7	4	4	8
Kalkylränta % (real)	10	10	10	10
Restvärde kr	90 000	0	0	50 000
Restvärdets nuvärde kr	46 184	0	0	23 325
Driv- & smörjmedel kr/tim	14	0	0	14
Underhåll, reparation kr/tim	30	0	0	30
Användning tim/år	1 200	1 200	1 200	1 800
Kostnader kr/år				
Försäkring och skatt	2 000			2 000
Avskrivning	79 117	12 500	25 000	50 459
Ränta	32 309	2 500	5 000	22 516
Fasta kostnader	113 426	15 000	30 000	74 976
Driv & smörjmedel	16 320			25 200
Underhåll, reparation	36 000			54 000
Förelön	144 000			216 000
Entreprenörsavg. (70 % av lön)	100 800			151 200
Rörliga kostnader	297 120			446 400
Summa kostnader kr/år	410 546	15 000	30 000	521 376
Fasta kostnader	95	13	25	42
Rörliga kostnader	248			248
Totalt	343	13	25	290

I kalkylerna används en ränta på 10 % samt en avskrivningstid på 7 år för röjningsmaskin (basmaskinen) och skotare. För både röjnings- och skördeaggregatet valdes avskrivningstiden till 4 år. Röjningsmaskinen med aggregat beräknades att användas 1200 timmar arbetad tid per år och skotaren 1800 timmar per år. I kalkylerna har det förutsatts att inkörning av systemet, teknik och metodutveckling gör att det bör gå att uppnå en produktion per arbetad timme som motsvarar den som presenteras i denna studie beräknat per G0-timme. Priset för röjnings- och skördeaggregatet är enligt Vimek 50 000 respektive 100 000 SEK. Förarens lön beräknades till 120 kr/tim och entreprenörsavgifterna (inkl. sociala avgifter) till 70 % av lönen. Avskrivningstiden för skördarna Rottne 2004 och Valmet 921 sattes till 4 år och för skotarna Gremo 950 och Valmet 890 sattes den till 6 år.

Vid beräkningarna av kostnader och intäkter hämtades aktuellt (april 2004) bioenergi pris från Norra Skogsägarna (Patrik Jonsson muntlig kommunikation). Enerkipriset i kalkylen motsvarar 130 kr/MWh vid fabrik. Priset för frakten på skogsflis är hämtat från Norra skogsägarnas prislista och är uppdelat i ett fast pris på 8 kr/m³s samt ett löpande pris per m³s/mil på 1.90kr. Medeltransportavståndet i Västerbotten för energiflis är 10 mil (Patrik Jonsson muntlig kommunikation). Vikten per m³s varierar beroende på flisens komprimeringsgrad och fukthalt. I kalkylerna nedan har vikten beräknats till 300kg/m³s. Flisningskostnaden vid väg har satts till 40 kr/m³s. 1 m³s råflis motsvarar 0.7 MWh vilket ger ett pris på cirka 95 kr m³s för flisen vid fabriksgrind. Med dessa förutsättningar erhåller markägaren 28 kr/m³s för att täcka kostnader för skörd.

Röjningsförsök

Röjningsmaskinen testkördes i tre typbestånd. Dessa valdes ut med avseende på stamantal och höjd i samråd med Kvalitetsskog i norr AB. Tall är huvudträslag och samtliga bestånd är lokaliserade i samma geografiska område nära Fredrika i Västerbotten.

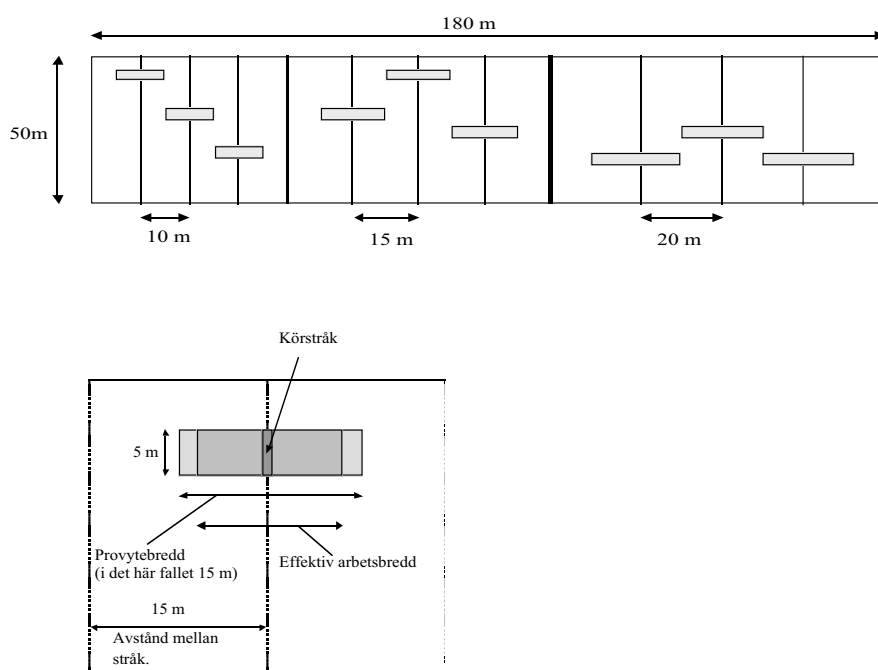
Tabell 3. Beståndsdata för de tre lokaler i trakten av Fredrika, Västerbottens län som nyttjats för röjningsförsöket med Vimek 404R.

Beståndsdata	Lokal 1	Lokal 2	Lokal 3
Ståndortsindex	T21	T21	T21
Stamantal (st/ha)	7 637	10 170	5 156
Medelhöjd (m)	2,8	3,4	4,5
Medeldiameter (mm)	24,3	32,9	48,8
Övrigt	Medelsvår terräng Bitvis luckigt	Svår terräng Bitvis mycket tätt	Gynnsam terräng

Terrängförhållandena varierade mellan lokalerna och två av lokalerna (lokal 1 och 2) var hyggesplöjda i samband med beståndsanläggningen.

Utläggningen av försöken gjordes med hjälp av måttband, stakkäppar samt vinkelprisman. ”Körvägar” röjdes upp runt försöksområdet på varje lokal. Körvägarnas primära funktion var att avgränsa försöksområdet från omgivande bestånd samt att utgöra vändzon för maskinen. Försöksområdets storlek på var och en av de tre lokalerna uppgick till 50x180 m vilket motsvarar 0,9 ha. På varje lokal delades försöksområdet in i tre parceller med varierande körstråksavstånd; 10, 15 resp. 20 m. Det kortaste körstråksavståndet 10 m motsvarar den teoretiskt maximala arbetsbredden för maskinekipaget.

Parcellernas inbördes ordning lottades ut varefter tre körstråk markerades i varje parcell. Vinkelrätt över varje körstråk lades en slumpmässigt placerad provyta (5x10, 5x15 resp. 5x20) som klavades före och efter behandling. Provytornas bredd anpassades så att bredden på provytan motsvarade avståndet mellan körstråken (Figur 9). Försöksdesignen utgörs således av 3 behandlingar som upprepats på 3 lokaler.



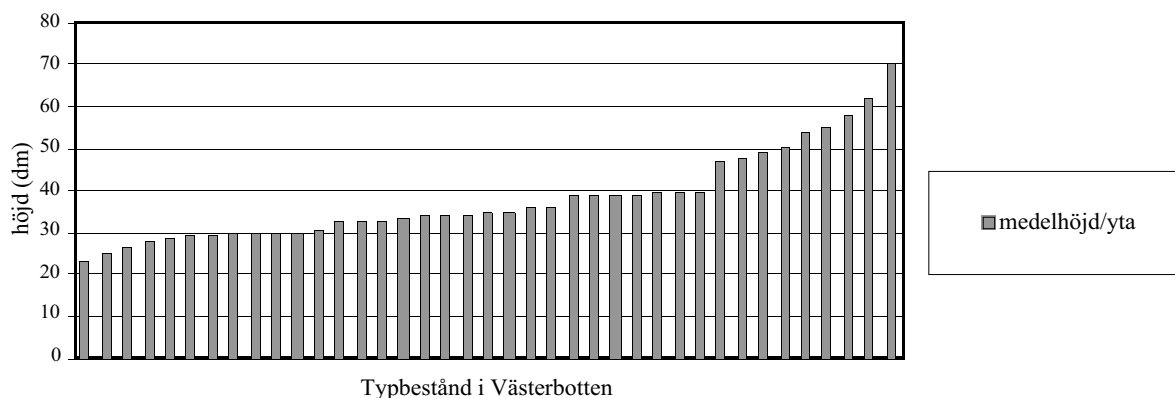
Figur 9. Schematisk bild över försöksdesignen på de tre försökslokalerna (ovan) och detaljskiss över en provyta, exempel avser ett körstråksavstånd på 15m.

Klavning före behandling utfördes i diameterklasser om 5 mm där första stam i varje diameterklass blev provträd för höjdmätning och därefter var fjärde stam i varje diameterklass. Samtliga stammar över 1.3 m klavades in. Klavning efter behandling utfördes på samma sätt förutom att var tredje stam valdes till provträd därför att antalet provträd skulle bli någorlunda lika vid båda klavningarna. På provträden mättes diameter, höjd och trädslag. Efter röjning bedömdes effektiv arbetsbredd på varje yta där kvarstående stammar klavades in ännu en gång för att få en uppfattning om vilket stamantal som lämnats just där maskinen nått. I röjningsinstruktionen från markägaren ingick att endast stammar grövre än 15 mm skulle medräknas. Denna instruktion kom därför att gälla även i försöket.

En enkel tidsstudie genomfördes vid röjningsförsöket genom att varje körstråk, på alla tre lokaler, röjdes under tidtagning med stoppur. Tidtagningen startades då röjningsmaskinen påbörjade körstråket och avslutades 50 m senare vid körstråkets slut. Vid tydliga avbrott i körningen stoppades tidtagningen för att startas igen då körningen återupptogs. Detta ger således en framryckningshastighet inklusive röjning och kan ses som ett mått på prestation uttryckt i tidsåtgång per röjd areal. På grund av alltför mycket driftsstörningar användes endast delar av denna tidsstudie för att beskriva maskinsystemets prestation. De delar som nyttjats är de där röjning av stråket kunnat ske utan allvarliga störningar.

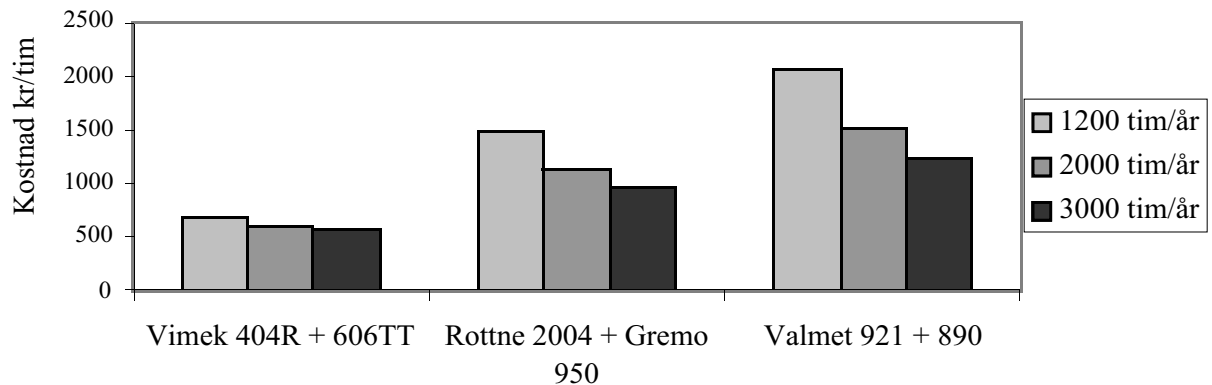
Beräkning av potentiella uttag och ekonomiska beräkningar vid ungskogsskörd

Skogsbolag i Västerbotten kontaktades för att få tillgång till beståndskartor och uppgifter om bestånd med eftersatta röjningar. Efter ett urval baserat på beståndsdata inleddes fältarbetet i augusti och slutfördes i oktober 2002. Totalt utvaldes 27 bestånd med varierande medelhöjd där röjningsbehovet bedömdes vara stort (Figur 10).



Resultat

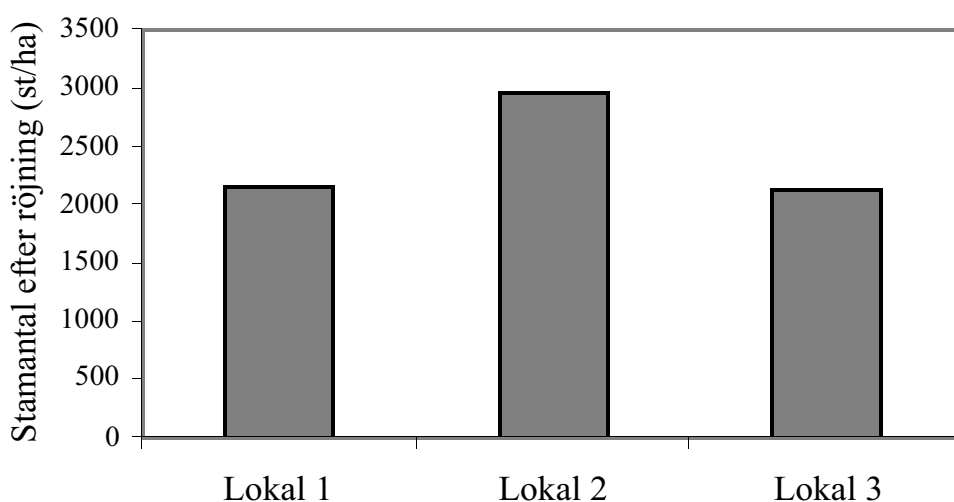
Vimeks maskinsystem för skörd (404R + 606TT) betingar ett sammanlagt inköpspris på 1 127 000 SEK (Tabell 2). Den låga kapitalkostnaden resulterade i att systemets timkostnad blev relativt okänsligt för olika grad av årsanvändning i jämförelse med de två maskinsystemen Rottne 2004 + Gremo 950 och Valmet 921 + Valmet 890. De två senare systemen var betydligt dyrare i inköp, 4 200 000 SEK respektive 6 200 000 SEK, vilket också avspeglades i höga timkostnader vid låg nyttjandegrad (Figur 11).



Figur 11. Årsanvändningens inverkan på timkostnaden för maskinsystem i tre olika prisklasser.

Praktiskt röjningsresultat

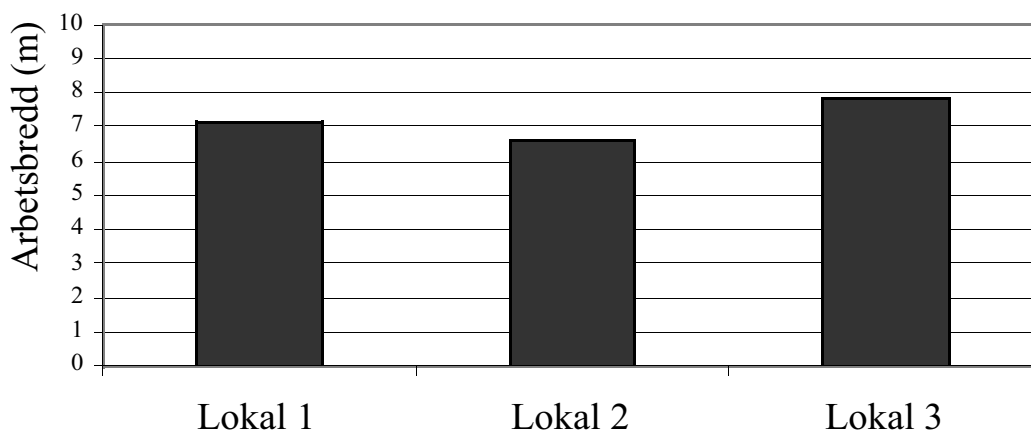
Målet var att 2400 stammar per hektar skulle lämnas kvar på den areal som röjdes maskinellt, dvs. samma stamantal som de manuella röjarna strävade efter på samma. Före röjning varierade stamantalet mellan 5000-10000 st/ha. Stamantalet efter röjning på de delar av försöket som röjdes med Vimek 404R varierade mellan ca 2100 st/ha och 3000 st/ha inklusive stickväg (Figur 12).



Figur 12. Stamantal inom effektiv arbetsbredd, medelvärden för varje lokal.

Effektiv arbetsbredd vid mekaniserad rökning

Med maximal arbetsbredd avses den bredd på det röjda stråket som kan uppnås utan att maskinen avviker från stråket. Kranens räckvidd från maskinmitt är 5 meter enligt den tekniska beskrivningen (Tabell 1). Teoretiskt maximal arbetsbredd för Vimek 404R är således 10 meter. Vid praktisk rökning av försöket blev den effektiva arbetsbredden mindre och varierade i medeltal för lokalerna mellan 6.5-8 m (Figur 13). Ett genomsnitt för alla lokaler blev 7,2 m.

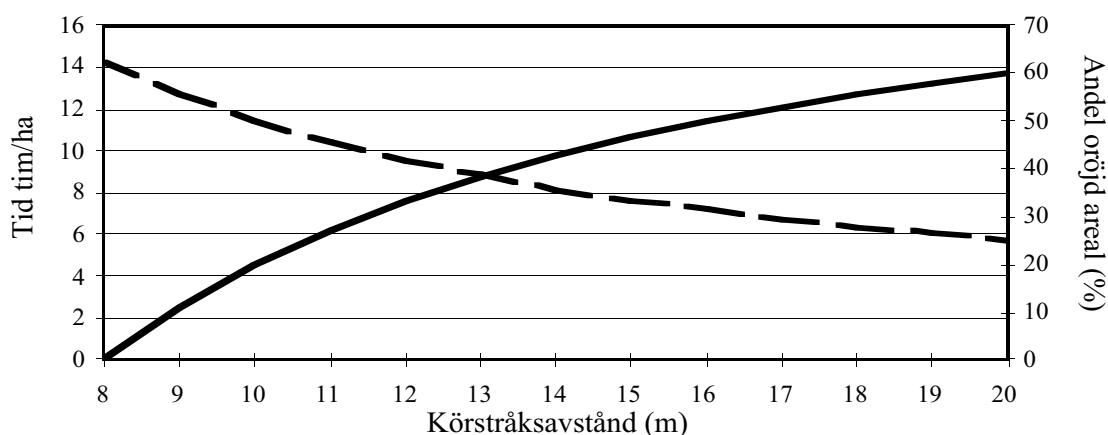


Figur 13. Arbetsbredd i medeltal för samtliga körstråk på varje lokal.

Prestation vid mekaniserad rökning

Arbets hastigheten på försökslokalerna beräknades med hjälp av totaltiderna från tidsstudien och medelvärde på effektiv arbetsbredd som avrundades till 7 m. Hastigheten gäller effektivt röjd areal i raka körstråk. Med en arbetsbredd på 7 m blev den röjda arealen 350 m² längs varje körstråk. Tidsåtgången för rökning av de tolv 50m-stråk som kunde användas i tidsstudien blev i genomsnitt 2065 s vilket ger en prestation på 5,9 s/m² uttryckt som tidsåtgång per röjd areal. Omräknat till hektarsiffror motsvarade detta en tidsåtgång på cirka 16 timmar per hektar i medeltal för samtliga tre lokaler. Med en timkostnad för ekipaget på 356 kr (Tabell 2) innebär detta en kostnad på drygt 5000 kr per röjd hektar i försöket.

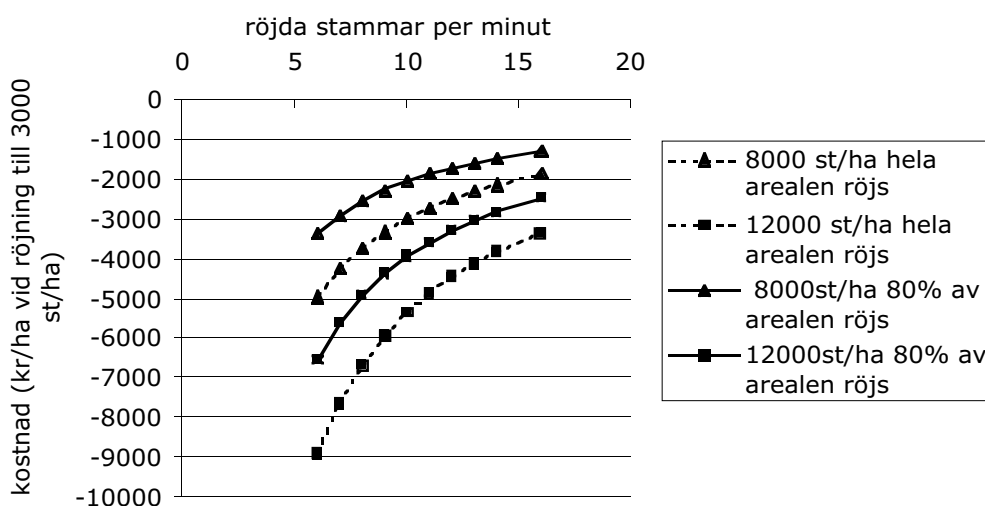
Med ökat avstånd mellan körstråken ökade andelen av totalarealen som inte nåddes av maskinen. Det största arbetsbredd (8 m) som erhöles i detta försök innebär att den röjda arealen blev 80 % av totalarealen för körstråksavståndet 10 m och att den minskade med ökat avstånd mellan körstråken (Figur 14).



Figur 14. Tidsåtgång per hektar i timmar (streckad linje) och andelen öröjd areal i % (heldragen linje) beroende på avstånd mellan körstråk. Beräkningen bygger på den prestation vid helmekaniserad rökning som erhöles i denna studie.

Prestationskrav för lönsamhet vid röjning

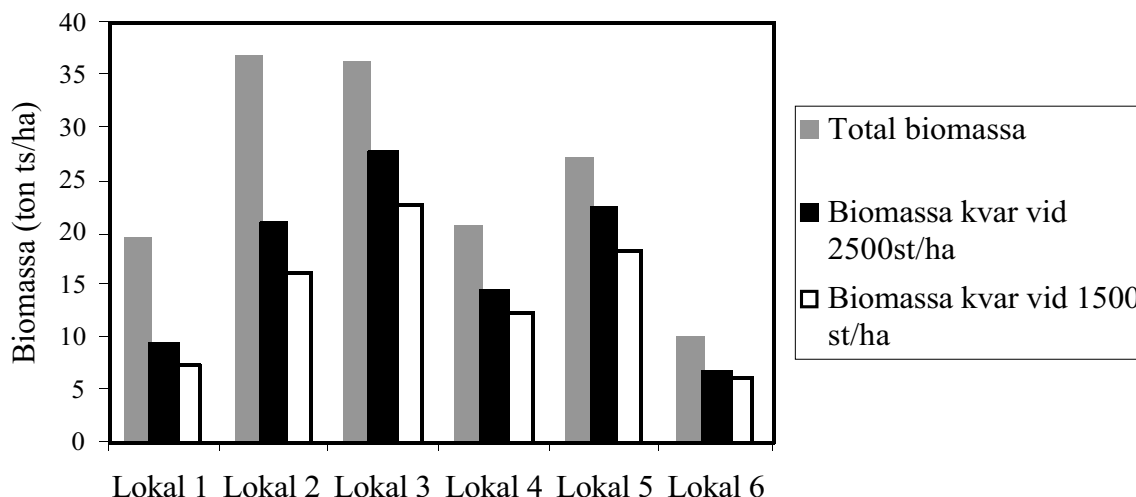
Under den enkla tidsstudie som genomfördes varierade prestationen mellan 4 och 14 stammar/minut, med ett medeltal på 6 stammar per minut. Kostnaden vid motormanuell röjning av liknande bestånd som de som användes för försöket uppgår till knappt 2000 kr (Figur 3). För att uppnå samma kostnad med Vimek 404R krävs med de kalkylföutsättningar som använts (Tabell 2) en prestation som motsvarar en tidsåtgång på 15 bortröjda stammar per minut om hela arealen röjs. Om öröjda stråk lämnas så att den röjda arealen motsvarar 80 % av arealen sjunker röjningskostnaden på motsvarande sätt (Figur 15).



Figur 15. Kostnaden/ha för röjningsmaskinen Vimek 404R vid två olika stamtal och dess beroende av tidsåtgång per bortröjt träd och andelen röjd areal av totalarealen. För kalkylkostnader, se Tabell 2.

Beståndsstruktur och skördepotential

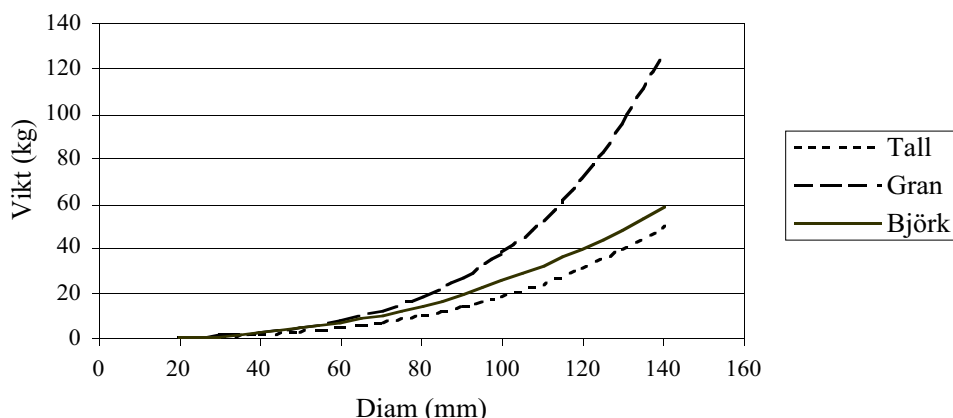
Variationen i stående biomassa uttryckt i ton torrsvikt per hektar var stor mellan olika bestånd som alla bedömdes vara i akut behov av ungskogsröjning. På de sex bestånd där mer noggranna uppskattningar gjordes fanns mellan 10 och 35 ton ts i stående biomassa per hektar. Efter ett tänkt skördeuttag där 2500 stammar per hektar kvarlämnats varierade den uppskattade skördepotentialen mellan 3-20 ton ts per hektar. Ett flertal av ytorna uppvisade ett biomassa-uttag på över 10 ton ts per hektar (Figur 16). Vid ett hårdare uttag ner till 1500 st/ha ökade skördepotentialen ytterligare med ca 5-10 ton ts per hektar.



Figur 16. Biomassa i ton ts/ha före och efter skörd från de 6 utvalda bestånden med 1500 resp. 2500 kvarlämnade stammar/ha.

Antalet stammar/ha på de undersökta ytorna varierade mellan 4 000 och 24 000 st/ha. De ytor som hade de tätaste förbanden hade de klenaste stammarna och därmed den lägsta medeldiametern vid samma medelhöjd. Tätare bestånd hade även en högre lövandel vilket innebar att lövet stod för den största delen av det potentiella skördeuttaget.

Sambandet mellan diameter och vikt var mycket tydligt för samtliga trädslag (Figur 17). Vid samma diameter hade björk regelmässigt större torrsubstans än övriga trädslag. Tall hade en lägre totalvikt än gran när diametern översteg 60 mm. Med ökande diameter ökade vikten relativt sett mer för gran än för övriga trädslag i studien.



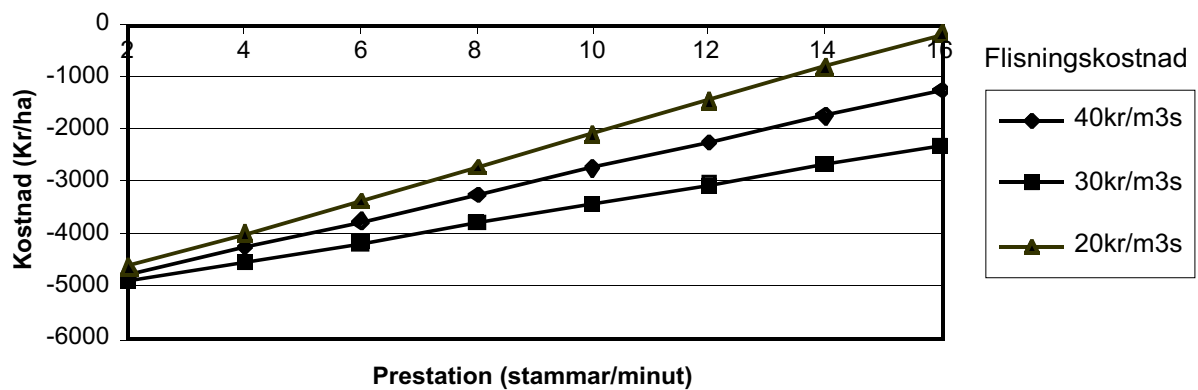
Figur 17. Sambandet mellan diameter och total biomassa uttryckt i torrsvikt per träd inklusive grenar och blad (efter Claesson et al. 2001).

Prestationskrav för lönsamhet vid ungskogsskörd

Prestationen för röjning med Vimek 404R i denna studie varierade mellan 4 och 14 stammar/minut. Med antagandet att ett maskinsystem för ungskogsskörd uppvisar liknande prestation har prestationskravet för lönsamhet med ett sådant system beräknats. Kostnaden per timme med ett maskinsystem med en modifierad röjningsskördare byggd på Vimek 404R och skotaren Vimek 606TT uppgick till 658 kr per timme (Tabell 2). Av dessa kostnader svarade skotaren för 290 kr per timme. Intäkten till markägaren för att täcka skörde- och skotningskostnader efter avdrag för flisning och frakt till industri beräknades för skördad biomassa i utgångsalternativet till 28 kr per m³s rå flis (se material och metoder).

Med en prestation vid skörd motsvarande 10 stammar per minut krävdes en medelvikt per skördad stam på cirka 8,5 kg för att erhålla ett nollresultat, dvs. en ungskogsbehandling utan kostnader för markägaren. Detta motsvarar en medeldiameter i brösthöjd per skördad stam på 60-75 mm, beroende på trädslag. Det ekonomiska utfallet för markägaren var förutom kostnader och prestation för ungskogsskördesystemet starkt beroende av energipriset och flisningskostnader i kalkylen. Med en sänkt flisningskostnad från 40 kr per m³s till 20 kr per m³s minskar kostnaden för markägaren med ca 1500 kr per hektar om prestationen vid skörd uppgår till 10 stammar per minut (Figur 18). På motsvarande sätt förbättrades resultatet om energipriset ökades från 130 kr per MWh med 10 eller 20 kr per MWh

Vid röjning av ett bestånd med 8000 stammar per hektar erhöles en beräknad kostnad per hektar på ca 3000 kr om åtgärden utfördes helmekaniserat och med en prestation på 10 stammar per minut. För att erhålla samma ekonomi vid ungskogsskörd krävdes då att medeldiametern för de skördade träden översteg 40-50 mm (beroende på trädslag) förutsatt att prestationen vid skörd också uppgick till 10 stammar per minut. Detta innebar att medelhöjden skulle överstiga 4-6 m för att ungskogsskörd skulle ge ett likvärdigt eller bättre ekonomiskt utfall än helmekaniserad röjning med de kalkylförutsättningar och prestationer som redovisats ovan.



Figur 18. Flisningskostnadens påverkan på det ekonomiska resultatet vid ungskogsskörd med olika prestation, medeldiameter för skördade träd var 40 mm. För övriga kalkylförutsättningar, se material och metoder.

Diskussion

Vimek 404R är en i våra ögon intressant basmaskin för ungskogsbehandling då konceptet med en liten slingrande maskin inte kräver grensling av plantor. Därmed kan röjningen ske även senare i beståndsutvecklingen när trädens höjd tidigare satt stopp för många av de system som prövats och utvecklats för helmekaniserad röjning. I bestånd med hög stående biomassa kan skörd ske om röjningsaggregatet ersätts med ett ackumulerande skördaraggregat. En fördel med en liten maskin som Vimek 404R är att man generellt sett har lägre flyttkostnader jämfört med större maskiner. Vidare gör det relativt låga inköpspriset att den blir mindre känslig för låg årsanvändning. I till exempel Västerbotten begränsar klimatförhållandena möjligheterna till maskinell ungskogsbehandling under en stor del av året (pga. snö) vilket gör att effekten av den låga kapitalkostnaden blir än viktigare att beakta.

Röjning

Prestationen för röjningsmaskinen Vimek 404R blev i studien ca 6 stammar per minut i medeltal vilket måste anses som relativt lågt. Den låga prestationen var maskin-, terräng- och förarrelaterad. Maskinen var en prototyp med periodvisa driftsproblem med framförallt aggregatet men även med midjelåset. Dessutom var terrängen relativt besvärlig och två av lokalerna uppvisade tydliga spår av en tidigare hyggesplöjning. Vidare är arbete med maskinell röjning svårt och mycket koncentrationskrävande vilket medför att kraven på föraren inledningsvis är stora, dvs. en relativt lång inkörningsperiod krävs (jfr. Johansson 1991).

Teoretiskt sett är maskinens arbetsbredd 10 m, vilket endast uppnås vid optimala förhållanden avseende sikt, terrängförhållanden, mm. Problemen med midjelåset inverkade med all säkerhet på prestationen indirekt och då på arbetsbredden eftersom förarna var ovana vid maskinen och upplevde tippningsrisken som uppenbar när maskinen lutade och när kranens utlägg var stort. Arbetsbredden är viktig ur prestationssynpunkt, exempelvis ger en ökning från 7 till 8 m arbetsbredd med samma framryckningshastighet 14 % större röjd areal vilket procentuellt motsvarar en prestationshöjning från 7 till 8 stammar/minut. Detta motsvarar en kostnadsminskning på ca 400 kr/ha i ett bestånd med 8000 stammar/ha före röjning (Figur 15).

Hur mycket högre prestationen kan bli är naturligtvis svårt att sätta om, men en höjning till 10 stammar per minut borde vara inom räckhåll speciellt med tanke på att vissa stråk som röjdes i försöket uppvisade prestationer upp till 14 stammar/minut. Det skulle ge en röjningskostnad på ca 3000 kr/ha om 100 % av arealen röjs till 3000 stammar/ha i ett utgångsbestånd med

8000 stammar/hektar. Kostnaden är sannolikt relativt oberoende av trädhöjden vilket innebär att täta bestånd med hög medelhöjd utgör intressanta objekt där Vimek 404R kan konkurrera med motormanuell röjning. Detta antagande stöds också av jämförande studier mellan Vimek 404R och motormanuell röjning som utförts under kontrollerade förhållanden (Ligné & Nordfjell, 2003).

Stamantalet efter röjning visade sig generellt bli något lågt på de tre försökslokaler där resultatet efter röjning med Vimek 404R studerades. Detta kan bero på att förarna, som är professionella motormanuella röjare och därmed har god förmåga att bedöma kvarvarande stamantal efter röjning, inte beaktade själva körstråket. Att bedöma stamantalet från hytten verkade dock inte vara något problem då variationen mellan olika röjda stråk på samma lokal var liten. Med större vana kommer förmodligen resultatet att bli ännu exaktare.

Sammantaget verkar det ännu svårt att konkurrera ut motormanuell röjning i ”vanliga” röjningsbestånd om röjningen skall göras med samma selektiva precision. Däremot skjuter kostnaden snabbt i höjden för motormanuell röjning då diameter och trädhöjd ökar, vilket förmodligen inte är lika markant för röjningsmaskinen. Då skulle också en något mera schematisk/geometrisk maskinell röjning kunna tillämpas eftersom det precis som vid manuell röjning är de moment då aggregatet befinner sig mycket nära en stam som skall lämnas kvar som tar onödigt mycket tid. Samtidigt anses ofta hög framryckningshastighet vara en av de viktigare faktorerna för att få ner kostnaderna vid maskinell röjning. Enligt Johansson (1991) ger förflyttning och röjning samtidigt, högst prestation men det kräver en mycket rutinerad och skicklig förare samt relativt bra terrängförhållanden. Betydligt högre prestation än i studien borde uppnås med inkörda förare och efter att inledande tekniska problem åtgärdats.

Tekniken med det kranspetsmonterade aggregat som Vimek använder idag fungerar nu relativt bra och det finns egentligen ingen större anledning att byta ut den principen oavsett om röjningen ska ske selektivt eller mera geometriskt. Maskinens marktryck är lågt vilket innebär att markpackningen bör vara försumbar. Ett sådant antagande stöds av studier utförda av Jansson & Wästerlund (1999) där ingen markpackningseffekt kunde noteras efter en överfart vid mekaniserad röjning. Skadefrekvensen i beståndet behöver inte bli högre än vid motormanuell röjning. Detta stöds av våra egna observationer liksom mer kontrollerade studier av skador på kvarvarande bestånd utförda med samma röjningsmaskin som den som nyttjats i detta arbete (Ligné & Nordfjell 2003).

Ungskogsskörd

Utvecklingen framför allt inom bioenergisektorn gör att anspråken på biomassaproduktion från skogen ökar. Under de senaste åren har också avverkningsnivåerna i Sverige legat högt och det diskuteras numera om skogen som råvaruproducent räcker till. I dessa sammanhang har skörd i unga skogar allt oftare dykt upp som en möjlighet att öka skogens bidrag till framför allt energiproduktionen. Skörd istället för röjning är särskilt intressant i bestånd med eftersatt röjning där en intäkt från ett energisortiment kan förbättra åtgårdskalkylen.

I denna studie har vi antagit att Vimek 404R utrustad med ett ackumulerande aggregat för skörd skulle kunna prestera likvärdigt som vid enbart röjning. Antagligen skulle dock skörden ta något längre tid eftersom det då kommer att krävas en mer noggrann planering av skördarföraren för att möjliggöra en så effektiv skotning som möjligt. Möjligen skulle skörd i riktigt täta bestånd kunna prestera bättre än vid enbart röjning om man vid skörd kan förhindra att träden faller i det område som skördaren har framför sig och på så vis inte skymmer sikt och framkomlighet. I denna studie har vidare antagits att skotaren behöver lika många timmar för skotning som skördaren behöver för avverkningen av ett objekt vilket kan antas rimligt om man planerar

för skotningen och inte har för långa skotningsavstånd och att skördaren lägger stammarna i lämpliga buntar. Vid beräkningen av kostnad per timme har också antagits att skotaren har en något högre nyttjandegrad över året och således används till annan skotning under del av året.

En högre maskinkostnad för skörd än för röjning gör att röjningen har ett kostnadsförspång gentemot skördealternativet så länge intäkten för det avverkade sortimentet är lågt. Det är dock uppenbart att det relativt snabbt blir ekonomiskt intressant att skörda i stället för att röja förutsatt att avsättning för energisortiment från unga skogar finns. I resultatdelen framgår att det redan vid en trädhöjd av 4-6 m kan vara lika god ekonomi i ett skördealternativ som vid helmekaniserad röjning. Med ökande trädhöjd och därmed ökat biomassainnehåll ökar intäkten från skörden samtidigt som kostnaden för röjning ökar, och då framför allt om röjningen görs motormanuellt.

En stor del i kostnaden med skörd ligger i flisningen, i detta arbete har flisningskostnaden varierat mellan 20-40 kr/m³s och i dagsläget ligger kostnaden i det aktuella området på uppemot 40 kr/m³s. Enligt prisuppgifter från andra län kan dock effektivare lösningar ge en kostnads-halvering, dvs. ner mot 20 kr/m³s. Denna prisskillnad skapar betydligt bättre ekonomiska förutsättningar för markägaren. Det är rimligt att anta att flisningskostnaden kan bli betydligt lägre än vad som antagits i vårt utgångsalternativ eftersom ungskogsskörd innebär att träden kan flisas mer eller mindre i buntar.

Energipriset är ytterligare en del i kalkylen som i dagsläget spelar stor roll, det är emellertid svårt att spekulera i hur priset kommer att förändras i framtiden. Det finns dock inget idag som talar för att energipriserna skulle falla eller att efterfrågan på förnybar energi skulle minska, snarare tvärtom. En allmänt ökad efterfrågan på skogsråvara innebär sannolikt också att priserna generellt sett stiger vilket är gynnsamt för skogsägarna.

Helträdsuttag i gallring och slutavverkning har tidigare visats ge mindre tillväxtförluster den närmaste tiden efter ingreppet. Möjligen finns en sådan risk även vid skörd av hela träd i ungskogar. En kunskapssammanställning gjord av Egnéll et al. (1998) visar dock på att denna oro sannolikt är obefogad. Däremot finns betydande risker för skador i kvarvarande bestånd till följd av ökad känslighet för både vind och snö. Därför bör man inte medvetet överhålla ett röjningsbestånd för framtida ungskogsskörd utan att noggrant beakta dessa risker.

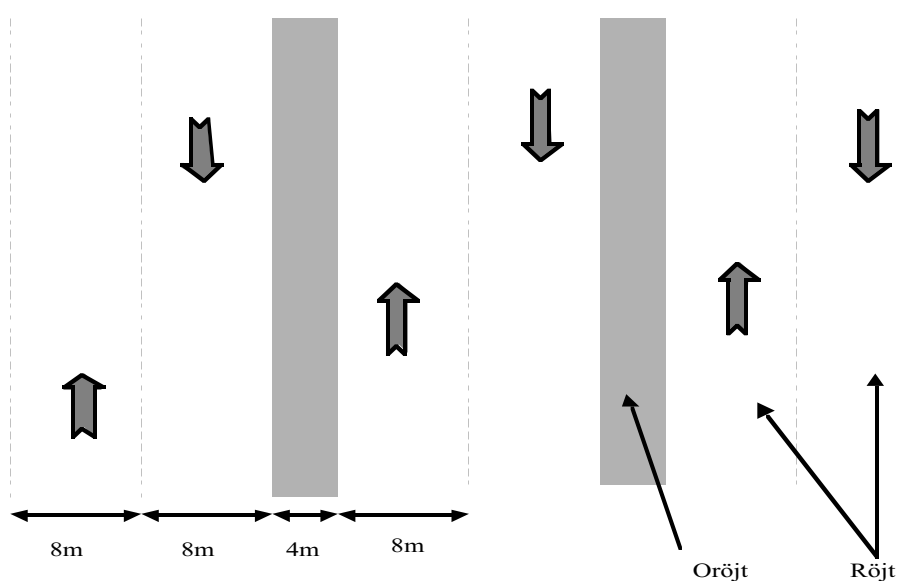
I Västerbotten liksom i landet i övrigt finns en stor andel bestånd som bedöms ha eftersatt röjning. Om en ungskogsskörd skall löna sig eller ej i dessa bestånd beror naturligtvis till stor del på vilket pris som betalas för biomassan och vilka kostnader man har för skörden. De 6 st bestånd som i studien genomgick en mer omfattande inmätning gav i genomsnitt ett biomassauttag på 8-12 ton/ha beroende på hur många stammar som lämnas efter behandlingen. Dessa bestånd hade en medelhöjd som enligt våra beräkningar gör att de faller precis på gränsen för att vara lönsamma för skörd.

I dagsläget krävs således någon form av biomassauttag för att sänka kostnaderna vid behandling av eftersatta ungskogar. Våra resultat visar att stamantal/hektar och medelhöjd inte räcker som ingående variabler för att välja kostnadseffektiva åtgärder i unga bestånd utan att de bör kompletteras med uppgifter om diameterfördelning och mängd biomassa.

Slutligen konstaterar vi att som komplement till traditionella röjningar och speciellt som en typ av räddningsplanka för eftersatta röjningar är denna skötselmetod klart intressant. Att däremot generellt sluta röja för att hoppas på en lönsam ungskogsskörd i framtiden bör inte praktiseras med tanke på alltför många risker.

Röjningsplanering

Att effektivisera ungskogsbehandlingen behöver inte uteslutande bygga på ökad prestation och framryckningshastighet med röjningsmaskinen, mycket kan vinnas genom att planera röjningen, exempelvis för framtida ingrepp. En arbetsbredd för röjningsmaskinen på 8 m, vilket är något över medelvärdet i studien, ger med stråkavstånd på 10 m 20 % oröjd areal. Genom att röja med körstråksavstånd 8 m, 2 körstråk intill varandra och sedan lämna en gata på 4 m oröjd lämnas fortfarande 20 % av arealen oröjd. Samtidigt skapas goda förutsättningar för skörd vid nästa ingrepp med maximal biomassaproduktion i kommande stickvägar. Avståndet mellan stickvägsmitt blir då 20 m (Figur 19). Röjningsplaneringens resultat torde till stor del bero av utgångsläget efter beståndsanläggning och -etablering. Med en bra beståndsanläggning ökar valmöjligheterna vid röjningen betydligt.



Figur 19. Röjningsplanering för senare skörd med maximal biomassa-produktion i stickvägarna.

Ett bestånd som lämnas orört upp till ca 8 m medelhöjd kan innehålla över 80 ton ts/ha (Ulvcróna et al. 2004) och det skulle således ge ett uttag på 20 ton ts/ha genom att enbart skörda stickvägarna. Om energivedsskörden i stickvägarna kombineras med en tidig förstagallring tillkommer även det uttaget från arealen mellan stickvägarna vilket sammantaget skulle kunna öka skogsägarens intäkt vid förstagallringen. Detta kräver en teknik som dels klarar av att avskilja relativt grova stammar samtidigt som det behövs en hög kapacitet vid ackumulering av många klena stammar. Alternativet är att enbart skörda energived i stickvägarna med befintlig teknik och senarelägga förstagallringen med högre medelstam och god ekonomi som följd.

Slutsatser

Mekaniserad röjning kan fortfarande inte konkurrera fullt ut med motormanuell röjning, men skillnaden är mindre än väntat. Vid hög medeldiameter och en något ökad prestation för röjningsmaskinen är det definitivt dags att ta maskinell röjning på allvar. Detta gäller särskilt om röjningen planeras för en framtida energiskörd i kvarlämnade stråk som skördas i samband med en första gallring och då får utgöra stickvägar. Med helmekaniserad röjning följer, i jämförelse med exempelvis motormanuell röjning, goda möjligheter att nyttja GPS- och GIS-teknik för att välja körmönster och bestämma vilka delar av ett bestånd som eventuellt ska lämnas oröjda för en senare ungskogsskörd. Med tanke på möjligheten att röja för skörd kanske det allra intressantaste alternativet av ungskogsbehandling är en tidig och billig röjning som samtidigt förbereder senare stickvägsnät. Stickvägarna lämnas helt orörda och närmast intill dem lämnas ett något högre stamantal och mellanzonerna röjs relativt hårt. Vid ca 8 m medelhöjd skördas energiväden i stickvägen samtidigt som de tätare partierna intill stickvägen glesas ut något. Detta borde vidare ge förutsättningar för en effektiv och ekonomisk förstagallring med bra stamdimensioner.

Tack till

Studien är ett samarbete mellan Vimek AB, Kvalitetsskog i norr AB, Sveaskog AB och Vindelns försöksparker SLU. Vi tackar för all hjälp och vänligt bemötande.

Ett särskilt tack vill vi rikta till Ida Manfredsson, Emma Sundling, Jon Sandqvist och Anders Gunnebrink för allt slit i skogen.

Slutligen ett stort tack till våra handledare Tomas Lundmark och Urban Bergsten.

Referenser

Litteratur

- Albrektsson, A. 1997. Den som inte röjer förlorar initiativet. Skogseko Nr 1.
- Anon. 1969. Beståndsvård och produktionsekonomi. Skogsstyrelsen
- Anon. 1991. Røjning Graningeverkens Aktiebolag, Division Skog & Trä.
- Anon. 1994. Metodhandledning för røjning. Korsnäs Division Skog, Gävle.
- Anon. 1997a. Røjning. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Anon. 1997b. Skogsskötselhandboken. SCA Forest and Timber, Sundsvall.
- Anon. 2001. Riksskogstaxeringen, Slu, inst. för skoglig resurshushållning och geomatik.
- Anon. 2002. Skogsdata 2002. Tema: Ungskogar. SLU, inst f resurshushållning och geomatik.
- Bergstrand, K-G., Lindman, J., Petré, E. 1986. Underlag för prestationsmål för motormanuell røjning. Skogsarbeten redogörelse nr 7.
- Bäcke, J. & Petterson, B. 1998. Røjningsundersökning 1997. Skogsstyrelsen Jönköping. Meddelande 7, 18 pp.
- Claesson, S., Sahlén, K. and Lundmark, T. 2001. Funktions for Biomass Estimation of Young Pinus sylvestris, Picea abies and Betula spp. from Stands in Northern Sweden with High Stand Densities. Scand. J. Res. 16:138-146.
- Davner, L. 1986. Maskinell røjning ett alternativ på 20 % av arealen. Sveriges skogsvårdsförbund, Danderyd. Skogen nr 11 s. 56-57.
- Egnéll, G., Nohrsted, H-Ö., Weslien, J., Westling, O., Örlander, G. 1998. Miljökonsekvensbeskrivning av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation. Skogsstyrelsen. Rapport nr 1.
- Eliasson, N. 2003. Røjningstidpunktens och stamantalets inverkan på mängden juvenilved i tall (Pinus sylvestris). Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel. Examensarbete. 2003-10.
- Freij, J & Tosterud, A 1991. En jämförelse av tre røjmaskiner (Skogsjan 487, FMG 0450, Valmet 901). Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista. Resultat nr 1.
- Glöde, D., Bergkvist, I. 2003. 30 år med maskinell røjning – summering utförd av FoU och analys av framtida potential. Skogforsk. Redogörelse nr 4.
- Gullberg, T., Liss, J-E. 1997. Sänkta skogsvårdskostnader och ökade bränslevolymer med ny teknik. Bioenergi Nr 3.
- Helldahl, U. 1991. Stora skog: Var tredje planta sätts med maskin 1995, sju røjningsmaskiner redan igång. Sveriges skogsvårdsförbund, Danderyd. Skogen nr 11 s.26-27.
- Jansson, K.J., Wästerlund, I. 1999. Effect of traffic by lightweight forest machinery on the growth of young Picea abies trees. Ingår i Scandinavian Journal of Forest Research 1999, v.14(6), p. 581-588.
- Johansson, T. 1991. Mekaniserad røjning – biologiska resultat och val av røjningsmetod. Skogsfakta Nr 7.
- Karlsson, H., Holmer, M. 1957. Røjningshandbok – virkeskvalité, ståndortsanpassning, naturvård. Assi Domän
- Lindman, J. 1987. Maskinell røjning – en presentation. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista. Resultat nr 2.

- Lindman, J. 1988. Maskinell röjning – ett slagkraftigt alternativ? Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista. Resultat nr 5.
- Ligné,D., Nordfjell, T., Karlsson, A. 2003. Ny och effektiv röjning – Tekniska studier. Slu. Inst. för skogsskötsel. Manuskript.
- Myhrman, D. 1987. Maskiner för maskinell röjning. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista. Resultat nr 5.
- Myhrman, D. 1990. Hultdins röjmaskin. Skogsarbeten. Stencil 1990-03-01. Skogforsk, Uppsala.
- Normark, E. Rantaniemi,L. MoDo Skog: Riktlinjer för uthålligt skogsbruk. Örnsköldsvik 1997.
- Persson, A. 1976. Förbandets inverkan på sågtimmerkvalitet av tall. Skogshögskolan, inst f skogsprod, Rapporter och Uppsatser nr 42.
- Persson, A. 1977. Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. Skogshögskolan, inst f skogsprod, Rapporter och Uppsatser nr 45.
- Petré, E. 1984. Maskinell röjning med kranspetsmonterat aggregat. Skogsarbeten, Redogörelse.
- Pettersson, N. 1992. The effect on stand development of different spacing after planting and precommercial thinning in Norway spruce (*Picea aies* (L.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, Garpenberg. Rapporter nr 34, 17 pp. ISSN 0348-7636.
- Pettersson, F. 1996. Effekter av olika röjnings- och gallringsåtgärder på beståndsutvecklingen i tall och granskog. SkogForsk Redogörelse 1996:5.
- Ulvcrona, K, Claesson, S, Lundmark, T and Sahlén, K. 2004. Manuskript.
- Wahlgren,A. 1914 Skogsskötsel Handledning vid uppdragande, vård och förnygring av skog. Kungliga hofboktr. Iduns tryckeri AB Stockholm.

Muntliga källor

- Jonsson, P. Virkesass. Norraskogsägarna (Umeå)
- Nilsson, L-G. Vimek (Slipstensjön)
- Hermansson, B. NH Skog AB, (Vindeln).
- Jakobsson, B. Björn Jakobsson skogsentreprenad (Målerås).

Webbsidor

- www.vimek.com, 2003.03.03
- www.rottnet.com, 2003.04.25
- www.slojd-data.foretagsweb.com, 2003.10.07

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för skogsskötsel

901 83 UMEÅ

Tel: 090-786 83 62

Fax: 090-786 84 14